RC 製ロックシェッド模型における二次元骨組モデルを用いた非線形動的解析の検討

(株) 構研エンジニアリング	正会員	○牛渡	裕二
(株) 構研エンジニアリング	正会員	川瀬	良司
寒地土木研究所	正会員	西	弘明

1. はじめに

本検討では, RC 製ロックシェッドにおける性能照査型 設計法の確立を目的に, 1/2 スケール RC 製ロックシェッ ド模型の重錘落下衝撃実験に対して二次元骨組モデルを用 いた非線形動的解析による再現を試みたので,報告する.

2. 検討条件

2.1 実験概要

図-1には、ロックシェッド模型の形状寸法および配筋 状況を示している.鉄筋の材質は全て SD345 であり、降 伏強度は D22 が 381 ~ 400 MPa, D13 が 378 ~ 397 MPa, コンクリート圧縮強度は $f_c = 28.3$ MPa であった.実験 は繰返し載荷とし、重錘質量 10,000 kg を、落下高さ H =1.0, 2.5, 5.0, 10, 15, 20, 25 m で漸増させて実施した.

2.2 解析概要

本解析では, 落下高さ H = 10, 15, 20 m の 3 ケースに ついて二次元骨組モデルを用いた非線形動的解析による



図-1 ロックシェッド模型の形状寸法および配筋状況

室蘭工業大学	フェロー	岸	徳光
(株) 構研エンジニアリング	正会員	保木	和弘
寒地土木研究所	正会員	今野	久志

検討を実施した.また,解析においては繰返し載荷によ る供試体の損傷状態は考慮していない.

図-2に本数値解析に用いた解析モデル図を示す. 骨 組モデルにはファイバー要素を使用しており,断面設定 の際には実験供試体延長 6.0 m に対し,柱間隔の 2.0 m で モデル化している.減衰定数は,質量比例と剛性比例を 考慮するものとし,鉛直方向最低次および 2 次の固有振 動数までを考慮し 10%と設定している.解析に用いた各 材料物性モデルは,コンクリートはコンクリート標準示 方書,鉄筋は道路橋示方書に則して設定している.本数 値解析は MIDAS Civil 2009 Ver.7.4.0 を使用している.

図-3には、解析に用いた衝撃力波形を示している.入 力波形は実験から得られた重錘衝撃力波形を簡易化し、 載荷範囲にある節点に等分割して与えている.載荷範囲 は敷砂に衝突する点を中心に重錘径で作用すると仮定し、 設定した(重錘径 D = 125 cm).敷砂は死荷重のみを頂 版に付加しており、載荷荷重は直接頂版へ入力している.

3. 実験と解析結果の比較



キーワード: RC 製ロックシェッド,性能照査型設計法,二次元骨組モデル,非線形動的解析 連絡先:〒065-8510 札幌市東区北18 条東17 丁目1-1 (株) 構研エンジニアリング TEL 011-780-2813 FAX 011-785-1501



3.1 変位波形

図-4には, 落下高さ H = 15 m の場合での載荷点直下, **柱上部および壁上部における変位波形について,実験結** 果と有効長を変化させて行った解析結果を比較して示し ている、載荷点直下について見ると、図より解析結果の 波形は,実験値に比べて若干早く立ち上がっているもの の,第1波目から残留変位に至るまでほぼ同様の性状を 示していることがわかる。最大変位および残留変位に着 目すると、有効長L=4.3mの場合において、最大変位は 実験結果が11.9 mm に対して解析結果が12.8 mm,残留 変位は、実験結果が 1.4 mm に対して解析結果が 1.5 mm となり、両者は概ね一致する結果となった. 柱上部につ いて見ると、実験結果では第1波目に最大値を示し、そ の後,減衰自由振動となっている.解析では第1波目の 最大値までは概ね再現されているが, 第2波以降すぐに 振動が収束し減衰自由振動は再現できていない。壁上部 については,実験結果では第2波目に最大値を示し、そ れ以降は柱上部と同様に減衰自由振動となっている。数 値解析の場合には,第1波目に最大値に達し,解析結果 は第2波以降は振動が収束し、柱上部と同様に減衰自由 振動は再現できていない。一方, 柱上部および壁上部に おける最大変位および残留変位に関して、実験結果と解 析結果を比較すると、図より柱上部については、有効長 L=4.0 m の場合に、最大変位は、実験結果が 4.5 mm に 対して解析結果が 4.6 mm と同程度であり,残留変位に ついても減衰自由振動の振動中心近傍の値となりほぼ再 現できていると判断される。壁上部では、有効長 L=6.0 m とした場合に、最大変位は、実験結果が 1.7 mm に対 して解析結果が 1.6 mm と同程度,残留変位についも実験 結果と同様に零となる結果が得られた。

3.2 落下高さと有効長

図-5 には, H = 10 m, 15 m, 20 m 落下時について, 載荷点直下(頂版下面中央), 柱上部および壁上部におけ



る最大変位量を再現可能な有効長を二次元骨組を用いた 動的解析により算出し,落下高さと有効長の関係として グラフに示している.図より,落下高さの増加に対応し て,有効長は小さくなる傾向を示すことが分かる.ただ し,頂版においては*H* = 20 m 落下の場合において,繰返 し載荷による損傷が進み,剛性が低下したことで,有効 長が過大に評価されたものと推察される.また,部材毎 に有効長が異なる結果が得られた.これは,部材毎に大 きく剛性が異なることと直接衝撃力を受ける部材と受け ない部材とで局所応答と全体応答等による応答の差異が 生じたことによるものと推察される.

終局状態に至ったと推察される H = 20 m 落下時にお いて,何れの部材に関しても有効長は柱間隔の 2.0 m よ り大きな値となっていることから,設計に際しては有効 長=柱間隔とすることで安全側に評価可能と考える.

- 4. まとめ
- 二次元骨組モデルによる非線形動的解析を用いて、 有効長を考慮することで頂版部の応答変位は精度良 く再現可能となる.ただし、側壁および柱における振 動特性については、再現性は低い.
- 2) 各部材によって有効長は異なり,落下高さが増加す ると有効長は小さくなる傾向を示す.